



# Method for running through a path with curves with a stacker crane and stacker crane for running through a path with curves

**Patent number:** DE19849276  
**Publication date:** 2000-05-11  
**Inventor:** REICHENSPERGER MARKUS (DE)  
**Applicant:** SEW EURODRIVE GMBH & CO (DE)  
**Classification:**  
- **international:** B60L15/20; B66C9/16  
- **european:** B66F9/07B  
**Application number:** DE19981049276 19981027  
**Priority number(s):** DE19981049276 19981027

Also published as:

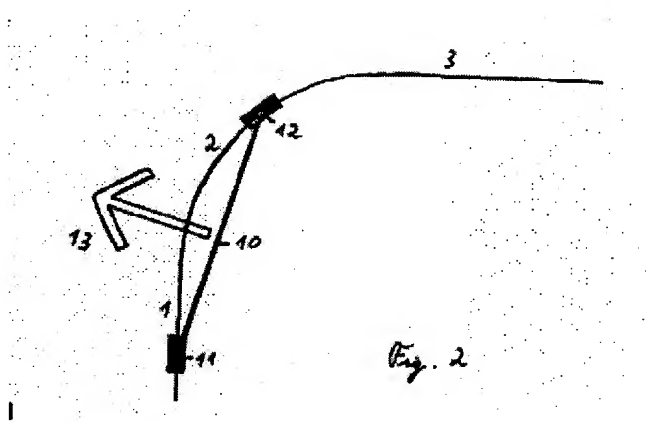
 EP0997430 (A2)  
 EP0997430 (A3)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE19849276

Abstract of corresponding document: **EP0997430**

The cornering method controls the movement of the load conveying vehicle along a path (1,2,3) with at least one variation in the curvature radius, by detecting the movement parameters of the vehicle at 2 spaced points along this path. The operating parameters of a frequency regulator for the vehicle electric drive are controlled. The larger of the 2 detected parameter values is used for the regulation by comparison with a required value, which is adjusted when a variation in the curvature radius is detected. An Independent claim for a load conveying vehicle capable of cornering is also included.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Patentschrift  
10 DE 198 49 276 C 2

51 Int. Cl.7:  
B 60 L 15/20  
B 66 F 9/07  
G 05 D 1/00

21 Aktenzeichen: 198 49 276.6-32  
22 Anmeldetag: 27. 10. 1998  
43 Offenlegungstag: 11. 5. 2000  
45 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 8. 2. 2001

DE 198 49 276 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

73 Patentinhaber:  
SEW-Eurodrive GmbH & Co, 76646 Bruchsal, DE

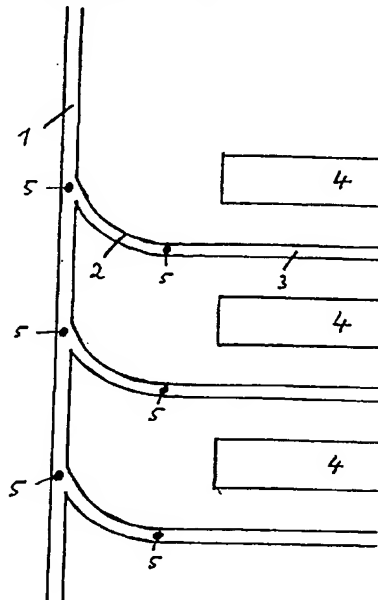
72 Erfinder:  
Reichensperger, Markus, 69168 Wiesloch, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
DE 33 42 184 A1  
Martin Scheffler, Klaus Feyer, Karl Matthias,  
"Fördermaschinen" S. 424-438 (1998);

54 Verfahren zum Durchfahren einer Strecke mit einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug

57 Verfahren zum Durchfahren einer Strecke mit einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug mit mindestens einem Antrieb, wobei die Strecke mindestens eine Änderung des Krümmungsradius aufweist, dadurch gekennzeichnet, daß

- der Antrieb mindestens einen Elektromotor mit Frequenzumrichter umfaßt,
- und daß an mindestens zwei, in Streckenrichtung voneinander beabstandeten Orten Bewegungsgrößen des Regalförderfahrzeuges erfaßt werden und deren Werte mindestens einem Frequenzumrichter zugeführt werden,
- und daß ein Regelverfahren verwendet wird, dem die mindestens beiden erfaßten Bewegungsgrößen zugeführt werden zur Regelung auf einen Sollwert hin,
- und daß als Istwert für das Regelverfahren der Größte der mindestens beiden erfaßten Bewegungsgrößen verwendet wird.



DE 198 49 276 C 2



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Durchfahren einer Strecke mit einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug und ein kurvengängiges Regalförderfahrzeug zum Durchfahren einer Strecke.

Regalförderfahrzeuge sind aus dem Buch 'Fördermaschinen' (Martin Scheffler, Klaus Feyrer und Karl Matthias, Verlag Friedr. Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1998, Seiten 424-438, ISBN 3-528-06626-1) bekannt. Die zu durchfahrenden Strecken umfassen oft den Übergang von einer geraden Strecke mit Krümmungsradius unendlich zu einer Kurve mit endlichem Krümmungsradius. Wegen den sich daraus ergebenden und wegen den durch die Bewegung der Nutzlast verursachten Belastungen sind verschiedene Konstruktionen bekannt, die beispielsweise eine mechanische Abstützung nach oben aufweisen.

Aus der DE 33 42 184 A1 ist eine Fördereinrichtung mit Sucher bekannt. Die Strecke des dort gezeigten kurvengängigen schienen gebundenen Fahrzeuges weist verschiedene Krümmungsradien auf. Insbesondere sind Kurven mit mindestens einem Krümmungsradius gezeigt und gerade Streckenabschnitte, also Streckenabschnitte mit unendlich großem Krümmungsradius. Darüber hinaus behandelt diese Veröffentlichung auch das Durchfahren von Weichen. Bei einem schnellen Durchfahren der Kurve oder Weiche können auf das Fahrzeug hohe Querkkräfte ausgeübt werden, die sogar zu einem Unfall führen können.

Es sind Regalförderfahrzeuge für Doppelschienensysteme und Einfachschienensysteme bekannt. Da viele Regalförderfahrzeuge in Streckenrichtung symmetrisch aufgebaut sind, ist 'vorne' und 'hinten' willkürlich festlegbar. Im einfachsten Fall ist ein Antrieb am Vorderrad vorhanden. Am Hinterrad muß sich kein weiterer Antrieb befinden. Manchmal wird jedoch durch den Einsatz eines Antriebes am Hinterrad das Antriebsmoment gleichmäßiger verteilt. Ein zusätzlicher Vorteil des Antriebes von vorderem und hinterem Rad ist, daß die jeweiligen Antriebe in kleineren Leistungsgrößen ausgeführt werden können und daher kostengünstig hergestellt werden können.

'Vorne' und/oder 'hinten' können sich auch jeweils zwei Antriebe befinden. Dabei wird dann während einer Kurvenfahrt das vordere Antriebsmoment auf den linken und rechten Antrieb entsprechend der zu durchfahrenden Krümmungsradien aufgeteilt, da in der Kurve das äußere Rad im Gegensatz zum inneren eine höhere Bahngeschwindigkeit hat. Das Gleiche gilt für die hinteren Antriebe.

Als Antriebe wurden oft Gleichstrom-Elektromotoren mit nachgeschaltetem Getriebe verwendet. Bedingt durch ihr 'weiches' Regelverhalten war das Durchfahren von Strecken unproblematisch. Jedoch sind die Kosten für solche Motoren hoch, insbesondere wenn man den Wartungsaufwand berücksichtigt.

Beim Einsatz moderner, kostengünstigerer, durch Frequenzumrichter angesteuerter und geregelter Asynchronmotoren oder Synchronmotoren treten beim Einfahren in Kurven große Querbesehleunigungen auf, die das Regalförderfahrzeug sogar zum Kippen bringen können. Deshalb muß deutlich langsamer gefahren werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Durchfahren einer Strecke mit einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug und ein kurvengängiges Regalförderfahrzeug zum Durchfahren einer Strecke derart weiterzubilden, daß unter Vermeidung der vorgenannten Nachteile bei Änderung des Krümmungsradius der Strecke ein schnelles Durchfahren kostengünstig möglich ist.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe gelöst bei einem Ver-

fahren zum Durchfahren einer Strecke mit einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug nach den in Anspruch 1 angegebenen Merkmalen und bei einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug nach den in Anspruch 13 angegebenen Merkmalen.

Insbesondere wird bei der Lösung als Istwert für das Steuer- und Regelverfahren das Maximum der Werte der erfaßten Bewegungsgrößen verwendet. Eine erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnet sich besonders dadurch aus, daß der Frequenzumrichter derart gestaltet ist, daß der Istwert einer Bewegungsgröße auf den Sollwert der Bewegungsgröße nach einem geeigneten Steuer- und Regelverfahren für den Elektromotor geregelt wird und als Istwert für das Steuer- und Regelverfahren das Maximum der Werte der erfaßten Bewegungsgrößen verwendet wird.

Dabei hat die Strecke mindestens eine Änderung des Krümmungsradius. Bei einer geraden Strecke ist der Krümmungsradius unendlich, in einer Kreiskurve besitzt er einen endlichen konstanten Wert. In sonstigen Kurven liegen ständige Änderungen vor.

An zwei voneinander beabstandeten Orten werden erfindungsgemäß Bewegungsgrößen erfaßt und die Werte derselben dem Frequenzumrichter, der zum Antrieb des Regalförderfahrzeugs zugeführt. Dieser Frequenzumrichter ist derart gestaltet und wird derart betrieben, daß nach Zuführung der beiden Werte ein Istwert als Funktion der beiden zugeführten Werte gebildet wird. Sodann regelt der Frequenzumrichter den zum Antrieb zählenden Elektromotor derart, daß der Istwert im Idealfall im wesentlichen dem Sollwert entspricht. Als Istwert wird der Maximalwert der beiden erfaßten Werte verwendet.

Der wesentliche Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens und des erfindungsgemäßen kurvengängigen Regalförderfahrzeugs liegt darin, daß bei Durchfahren eines Bereiches veränderter Krümmung mit dem kurvengängigen Regalförderfahrzeug die Querbesehleunigung keine hohen Werte erreicht und daher ein schnelles Durchfahren der Kurve ohne Gefahr der Überlastung oder des Umfallens des Regalförderfahrzeugs durchführbar ist. Ein weiterer Vorteil ist die Ermöglichung des Einsatzes von kostengünstigen Antrieben, bestehend aus die Elektromotoren und Frequenzumrichter.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Änderung des Krümmungsradius detektiert. Wenn beispielsweise sich das Regalförderfahrzeug auf einer geraden Strecke bewegt, ist der Wert der beiden Bewegungsgrößen im wesentlichen gleich. Bei Eintritt in eine Abweichung von der geraden Strecke, ändert sich der Krümmungsradius. Das Erreichen und Durchfahren dieser Position wird detektiert. Von Vorteil ist dabei, daß das Steuer- und Regelverfahren des Frequenzumrichters abhängig von der Änderung des Krümmungsradius veränderbar ist.

In einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens erhält das Steuer- und Regelverfahren einen Input für die Änderung des Krümmungsradius und berücksichtigt dies im Betrieb. Der Sollwert ist also bei dieser Weiterbildung veränderbar. Von Vorteil ist dabei, daß eine Anpassung des Sollwertes für die Bewegungsgröße an den Krümmungsradius ermöglicht wird.

Daher sind solche Strecken schneller befahrbar, ohne einen kritischen Wert der Querbesehleunigung zu erreichen.

In einer Weiterbildung werden die Parameter des Steuer- und Regelverfahrens abhängig von den Bewegungsgrößen verändert. Dies verbessert die Regelgüte, d. h. der Istwert erreicht den Sollwert besser und schneller. Gerade beim Umschalten des Istwertes von einer ersten zu einer zweiten Bewegungsgröße ist dadurch eine bessere Anpassung an die



neuen Verhältnisse durchführbar.

In einer Weiterbildung werden als Elektromotoren Asynchronmotoren oder Synchronmotoren eingesetzt. Von Vorteil ist dabei, daß solche Motoren kostengünstiger als Gleichstrommotoren sind.

In einer Weiterbildung werden die Bewegungsgrößen an Rädern gemessen. Von Vorteil ist, daß Sensoren zur Meßwerterfassung eingesetzt werden könne, die kostengünstig, robust und störsicher sind. Insbesondere sind die Drehzahlen der Räder erfassbar.

In einer anderen Weiterbildung werden als Bewegungsgrößen Bahngeschwindigkeiten von Rädern gemessen. Von Vorteil ist dabei, daß die Meßwerte nicht abhängen von der Größe der Räder. Geeignete Sensoren sind beispielsweise Radar- oder optische Sensoren, die vom bewegten Regalförderfahrzeug zur Schiene hin messen.

In einer Weiterbildung wird das erfindungsgemäße Verfahren auf ein Regalförderfahrzeug angewendet, das ein Vorderrad und ein Hinterrad besitzt und an jedem Rad eine Einrichtung zur Drehzahlerfassung und einen Antrieb, der einen Elektromotor und einen Frequenzumrichter umfaßt. Von Vorteil ist dabei, daß das Steuer- und Regelverfahren in besonders einfacher Weise gestaltet werden kann. Ein weiterer Vorteil ist, daß von den Antrieben auch die Funktion der Drehzahlerfassung ausführbar ist. Insbesondere sind Steuer- und Regelverfahren einsetzbar, die ohne Winkelgeber, Inkrementalgeber, Resolver oder dergleichen den Elektromotor steuern und regeln und einen indirekten Wert der Drehzahl, also einen Schätzwert, an das Steuer- und Regelverfahren weitergeben.

In einer Weiterbildung wird der vordere Antrieb in Drehzahlregelung betrieben und der hintere Antrieb in Drehmomentenregelung, wobei der vordere Antrieb eine Drehmomentvorgabe für den hinteren Antrieb macht, also einen entsprechenden Sollwert vorgibt. Von Vorteil ist dabei die Aufteilung des Drehmomentes auf die beiden Antriebe, da somit kleinere Leistungsgrößen eingesetzt werden können.

In einer Weiterbildung ist der Sollwert des Drehmomentes des hinteren Drehmomentes ein vorgebbarer Wert des gesamten Drehmomentes. Von Vorteil ist dabei, daß ein Bruchteil beispielsweise die Hälfte, fest einstellbar ist.

In einer Weiterbildung wird die Änderung des Krümmungsradius durch Sensoren oder Sensorsysteme detektiert. Beispielsweise können induktive Näherungsschalter des Regalförderfahrzeugs Geberfahnen detektieren, die an der Strecke befestigt sind. Von Vorteil ist die sichere Erkennung der genannten Position in der Strecke. Auch bei kleiner Geschwindigkeit ist dies durchführbar.

In einer anderen Weiterbildung wird die Änderung des Krümmungsradius erkannt, indem die gemessenen Werte der Bewegungsgrößen, insbesondere der Drehzahlen, ausgewertet werden.

Eine Änderung des Krümmungsradius ist erfindungsgemäß in einer Änderung der Werte der Bewegungsgrößen vorne und hinten möglich. Insbesondere ist am Wert der Differenz der Drehzahlen von vorderem und hinterem Antrieb die Änderung des Krümmungsradius erkennbar. Wegen Schwankungen der Meßwerte wird erst bei einem Überschreiten eines kritischen Wertes, bzw. eines Toleranzbandes, die Information über die Änderung des Krümmungsradius weitergegeben. Von Vorteil ist dabei das einfache Auswerteverfahren der vorhandenen Meßwerte. Und das Entfallen von zusätzlichen Sensoren. Ein Toleranzband ist zusätzlich von Vorteil, da es die Fehleranfälligkeit vermindert.

In einer Ausführungsform des Regalförderfahrzeugs werden als Elektromotoren Synchron- oder Asynchronmotoren eingesetzt. Von Vorteil ist dabei, daß diese kostengünstiger sind als Gleichstrommotoren.

In einer Ausführungsform werden die Bewegungsgrößen am Vorderrad und am Hinterrad erfaßt. Von Vorteil ist dabei, daß marktübliche Geräte einsetzbar sind.

In einer weiteren Ausführungsform werden als Bewegungsgrößen die Drehzahl oder die Winkelgeschwindigkeiten erfaßt. Von Vorteil ist dabei, daß robuste, kostengünstige und störsichere Sensoren eingesetzt werden.

In einer weiteren Ausführungsform werden als Bewegungsgrößen die Bahngeschwindigkeiten erfaßt. Von Vorteil ist, daß marktübliche Sensoren, beispielsweise Radar- oder optische Sensoren, die vom bewegten Regalförderfahrzeug aus messen, einsetzbar sind.

Die weiteren Vorteile ergeben sich aus den Unteransprüchen.

#### Bezugszeichenliste

- 1 Streckenabschnitt
- 2 Streckenabschnitt
- 3 Streckenabschnitt
- 4 Regal
- 5 Geber oder Geberfahnen
- 10 Regalförderfahrzeug
- 11 Hinterrad mit Antrieb
- 12 Vorderrad mit Antrieb
- 111 Frequenzumrichter
- 112 Frequenzumrichter
- 211 Motor am Hinterrad
- 212 Motor am Vorderrad
- 311 Winkelgeber am Hinterrad
- 401 Regler
- 402 Komparator
- 403 Regler
- 404 Motor mit Drehzahlerfassung
- 405 Schalter

Die Erfindung wird anhand von Abbildungen näher erläutert.

In der Fig. 1 ist das Schienensystem für ein Regalförderfahrzeug im Regallager skizziert. Das Schienensystem führt mit einem geraden Streckenabschnitt 1, also unendlich großem Krümmungsradius in das Regallager herein. Nach einer Weiche ist ein Streckenabschnitt 2 angeordnet, der einen endlichen Krümmungsradius besitzt. Daran schließt sich ein Streckenabschnitt 3 im Bereich der Regale 4 an, der wiederum einen unendlichen Krümmungsradius besitzt.

Je nach genauer Ausführung der Strecke können im Bereich des Übergangs von 1 nach 2 auch Streckenabschnitte mit mehreren Krümmungsradien oder kontinuierlichem endlichen Wertebereich des Krümmungsradius ausgeführt sein.

Bei den Übergängen von Streckenabschnitten unterschiedlicher Krümmung sind Geberfahnen 5 bzw. magnetische Geber 5 positioniert. Entsprechend sind zugehörige Sensoren auf dem Regalförderfahrzeug positioniert. Auf diese Weise sind die Positionen des Überganges von Abschnitten unterschiedlicher Krümmung erkennbar.

In der Fig. 2 ist ein Regalförderfahrzeug 10 gezeigt, das vom geraden Streckenabschnitt 1 in den gekrümmten Streckenabschnitt 2 eintritt. Wenn sich das Hinterrad 11 mit konstanter Drehzahl oder auch Bahngeschwindigkeit auf der Strecke bewegt, wird das Vorderrad 12 beim Übergang vom Streckenabschnitt 1 in den gekrümmten Streckenabschnitt 2 immer schneller. Der Schwerpunkt des Regalförderfahrzeugs 10 erfährt eine Querbeseleunigung 13 in Normalenrichtung der Kurve 2. Wenn ein kritischer Wert der Querbeseleunigung 13 erreicht wird, wird das Regalförderfahrzeug 10 aus der Kurve geworfen oder fällt um.



Daher wird der Antrieb des Vorderrades 12 und der Antrieb des Hinterrades 11 geeignet gesteuert.

In der Fig. 4 ist das Steuerprinzip eines einmotorigen Regalförderfahrzeugs gezeigt. Am Hinterrad ist ein Winkelgeber 311 montiert, der die Winkellage an den Frequenzumrichter 112 meldet. Der Frequenzumrichter 112 steuert den Motor 212 am Vorderrad. Der Frequenzumrichter 112 arbeitet in Drehzahlregelung. Es sind sowohl Steuer- und Regelverfahren einsetzbar, die mit Geber oder ohne Geber, also Sensoren zur Erfassung der Winkellage oder Sensoren zur Erfassung der Winkelgeschwindigkeit, arbeiten. Für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist aber in beiden Fällen der Winkelgeber 311 nötig oder eine entsprechende Information. Als Istwert der Drehzahl wird das Maximum der Drehzahl am Hinterrad 11 und Vorderrad 12 ausgewählt.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Sollwert der Drehzahl des Frequenzumrichters 112 nach Detektion der Kurve herabgesetzt. Die Detektion geschieht, indem der Quotient aus der Drehzahlen des Gebers 311 und der Drehzahl des vorderen Motors 212 beobachtet wird. Wenn dieser Quotient einen gewissen Wert überschreitet oder einen gewissen Wert unterschreitet, ist die Änderung des Krümmungsradius erkannt. Diese Information wird dann im Steuer- und Regelverfahren verwendet.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird an den Frequenzumrichter 112 ein Sensor angeschlossen, der die Geber oder Geberfahren 5 sicher erkennt.

In beiden letztgenannten Ausführungsbeispielen wird der Frequenzumrichter entsprechend ausgestaltet mit Software und Hardware, insbesondere auch entsprechenden Anschlußmöglichkeiten von Sensoren.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel werden die Parameter der Regelung als Funktion der Krümmungsradien verändert. Die gesamte Regelstrecke ändert sich beim Umschalten auf den hinteren Drehzahlgeber 311, da das Drehmoment vorne wirkt und die Drehzahl am hinteren Rad gemessen wird. Im Normalfall werden aber die Parameter so eingestellt, daß der Regler optimal arbeitet, wobei zur Drehzahl ein gewisses Drehmoment gehört, bzw. zur Abweichung der Drehzahl eine entsprechende Drehmomentänderung. Entsprechendes gilt für andere Größen. Beim Umschalten des Istwertes als Maximum der Drehzahl von der vorderen auf die hintere Drehzahl wird der Parametersatz des Steuer- und Regelverfahrens ausgetauscht. Dadurch ist eine Verbesserung des Regelverhaltens erreicht.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der Parametersatz nicht einfach ausgetauscht sondern ständig angepaßt, also quasikontinuierlich optimiert.

In der Fig. 3 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel gezeigt. Der vordere Motor 212 wird vom Frequenzumrichter 112 in Drehzahlregelung angesteuert. Ein Bruchteil des benötigten Drehmomentes wird berechnet und die Information dieses Wertes M an den Frequenzumrichter 111 übertragen, der den hinteren Motor 211 ansteuert. Dieser Frequenzumrichter 111 arbeitet in Drehmomentregelung und regelt das Drehmoment des hinteren Motors 211 auf den Wert M hin. Die Information des Wertes der momentanen Drehzahl n des Frequenzumrichters 111 wird auch übertragen an den Frequenzumrichter 112. Dieser wählt für seine Drehzahlregelung als Istwert das Maximum der Drehzahl n und der Drehzahl des Motors 212 aus.

In den vorgenannten Ausführungsbeispielen ist 'vorne' und 'hinten' vertauschbar. Je nach Bewegungsrichtung gilt jeweils auch die vertauschte Version.

Anhand der Fig. 5 wird nun ein weiteres Ausführungsbeispiel erläutert, insbesondere als Beispiel eines Regelverfahrens.

Beim vorderen Antrieb wird die Drehzahl oder Geschwindigkeit  $v_H$  erfaßt und dem Frequenzumrichter zugeführt. Der Komparator 402 vergleicht den Wert  $v_H$  mit dem Sollwert  $v_{Soll}$ . Solange der Betrag von  $v_H$  kleiner ist als der Betrag des Sollwertes  $v_{Soll}$ , bleibt der Schalter 405 offen. In diesem Fall arbeitet der vordere Antrieb, der den vorderen Motor 404 umfaßt, in Drehzahlregelung. Der Regler 403 regelt den Motor derart, daß der am Motor erfaßte Istwert sich dem Sollwert  $v_{Soll}$  möglichst angleicht. Der Regler 403 kann insbesondere als PI-Regler ausgeführt sein. Dem Regler 403 wird die Differenz aus Soll- und Istwert zugeführt.

Wenn beispielsweise beim Einfahren in eine Kurve der Betrag des hinteren erfaßten Meßwertes  $v_H$  den Betrag des Sollwertes  $v_{Soll}$  überschreitet, wird der Schalter 405 vom Komparator 402 geschlossen. In diesem Fall beeinflusst der Ausgang des Reglers 401 den Sollwert des Drehzahlreglers 403 so lange, bis der am hinteren Antrieb erfaßte Wert  $v_H$  mit dem Sollwert  $v_{Soll}$  übereinstimmt.

Beim Einfahren in eine Kurve arbeitet der in diesem Ausführungsbeispiel beschriebene Regelkreis als Drehzahlregler mit vorderem Antrieb ohne Beeinflussung durch die hinteren erfaßten Meßwerte. Beim Austreten des vorderen aus der Kurve in eine Gerade bedeutet dies, daß der Sollwert des Drehzahlreglers 403 so lange reduziert wird bis der am hinteren Antrieb erfaßte Wert der Drehzahl dem vorgegebenen Sollwert  $v_{Soll}$  entspricht.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel besitzt das Regalförderfahrzeug auch hinten wiederum einen Antrieb. Dieser bekommt von dem vorderen Antrieb eine im Regler 403 berechnete Sollwertvorgabe für einen Drehmomentenwert entsprechend der Fig. 3 und dem zugehörigen Ausführungsbeispiel.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke mit einem kurvengängigen Regalförderfahrzeug mit mindestens einem Antrieb, wobei die Strecke mindestens eine Änderung des Krümmungsradius aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß

- der Antrieb mindestens einen Elektromotor mit Frequenzumrichter umfaßt,
- und daß an mindestens zwei, in Streckenrichtung voneinander beabstandeten Orten Bewegungsgrößen des Regalförderfahrzeuges erfaßt werden und deren Werte mindestens einem Frequenzumrichter zugeführt werden,
- und daß ein Regelverfahren verwendet wird, dem die mindestens beiden erfaßten Bewegungsgrößen zugeführt werden zur Regelung auf einen Sollwert hin,
- und daß als Istwert für das Regelverfahren der GröÙte der mindestens beiden erfaßten Bewegungsgrößen verwendet wird.

2. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, daß eine Änderung des Krümmungsradius erfaßt wird.

3. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach Anspruch 1 oder 2 dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert nach Erfassung der Änderung des Krümmungsradius verändert wird.

4. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß Parameter des Regelverfahrens, wie P-Verstärkung, I-Verstärkung, Vorsteuerung oder dergleichen, abhängig von den erfaßten Werten der Bewegungsgrößen verändert werden.

5. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach ei-



nem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Bewegungsgrößen Bahngeschwindigkeiten verwendet werden.

6. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Bewegungsgrößen Drehzahlen oder Winkelgeschwindigkeiten verwendet werden.

7. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Bewegungsgrößen Winkelgeschwindigkeiten zweier Räder, insbesondere eines Vorderrades und eines Hinterrades, verwendet werden.

8. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strecke derart gestaltet ist, daß der Krümmungsradius sich mindestens an einer Stelle der Strecke von etwa unendlich auf einen endlichen Wert oder Wertebereich ändert.

9. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß ein erster Regler eines Antriebs die Drehzahl auf den Sollwert der Drehzahl regelt und daß ein zweiter Regler eines weiteren, beabstandeten Antriebs einen Sollwert für ein Drehmoment vom ersten Antrieb erhält und das Drehmoment auf diesen Wert regelt.

10. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß der Sollwert des Drehmoments ein Bruchteil, insbesondere die Hälfte, des gesamten Drehmomentes beträgt und dieser Bruchteil ein vorgegebbarer Wert ist.

11. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des Krümmungsradius durch Auswertung der Istwerte der Drehzahlen erfaßt wird.

12. Verfahren zum Durchfahren einer Strecke nach einem der vorangegangenen Ansprüche dadurch gekennzeichnet, daß die Änderung des Krümmungsradius durch Überschreiten oder Unterschreiten eines um Null liegenden Toleranzbandes für die Differenz der Drehzahlen von vorderem und hinterem Antrieb erfaßt wird.

13. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug mit mindestens einem Antrieb zum Durchfahren einer Strecke zur Durchführung eines Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß

- der Antrieb mindestens einen Elektromotor mit Frequenzumrichter umfaßt,
- und daß auf dem Regalförderfahrzeug an mindestens zwei, in Streckenrichtung voneinander beabstandeten Positionen, Vorrichtungen zur Erfassung von Bewegungsgrößen angeordnet sind,
- und daß Übertragung von Signalen von den Vorrichtungen zu Frequenzumrichtern ausführbar sind und hierfür entsprechende Vorrichtungen ausgebildet sind,
- und daß mindestens ein Frequenzumrichter mindestens einen Regler aufweist.

14. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die eingesetzten Elektromotoren Asynchronmotoren oder Synchronmotoren sind.

15. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen zur Erfassung der Bewegungsgrößen an zwei Rädern, insbesondere am Vorderrad und am Hinterrad, angebracht sind.

16. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Regalförderfahrzeug einen Antrieb mit Erfassung der Drehzahl am Vorderrad besitzt und einen Antrieb mit Erfassung der Drehzahl am Hinterrad besitzt, wobei jeder Antrieb mindestens einen Frequenzumrichter und mindestens einen Elektromotor umfaßt.

17. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen zur Erfassung der Bewegungsgrößen als Sensoren zur Erfassung von Drehzahlen oder Winkelgeschwindigkeiten von Rädern ausgebildet sind.

18. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der Ansprüche 13 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtungen zur Erfassung der Bewegungsgrößen als Sensoren zur Erfassung von Bahngeschwindigkeiten ausgebildet sind.

19. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strecke Abschnitte mit im wesentlichen unendlich großem Krümmungsradius und Kurvenabschnitte mit endlichem oder endlichem Wertebereich der Krümmungsradien umfaßt.

20. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler eines Frequenzumrichters eines ersten Antriebs, insbesondere am Vorderrad die Drehzahl auf deren Sollwert regelt, und der Regler eines Frequenzumrichters eines zweiten Antriebs in Streckenrichtung vom ersten beabstandeter Antrieb, insbesondere am Hinterrad, einen Sollwert für ein Drehmoment vom ersten Antrieb erhält und sein Drehmoment auf diesen Wert regelt.

21. Kurvengängiges Regalförderfahrzeug nach einem der vorangegangenen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Regalförderfahrzeug Sensoren oder Sensorsysteme, wie induktive Näherungsschalter, magnetische Sensoren zusammen mit auf der Strecke feststehenden magnetischen Gebern, Lichtschranken zusammen mit Spiegeln oder dergleichen, aufweist, wobei mit den Sensoren oder Sensorsystemen die Änderung des Krümmungsradius erfassbar ist.

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---



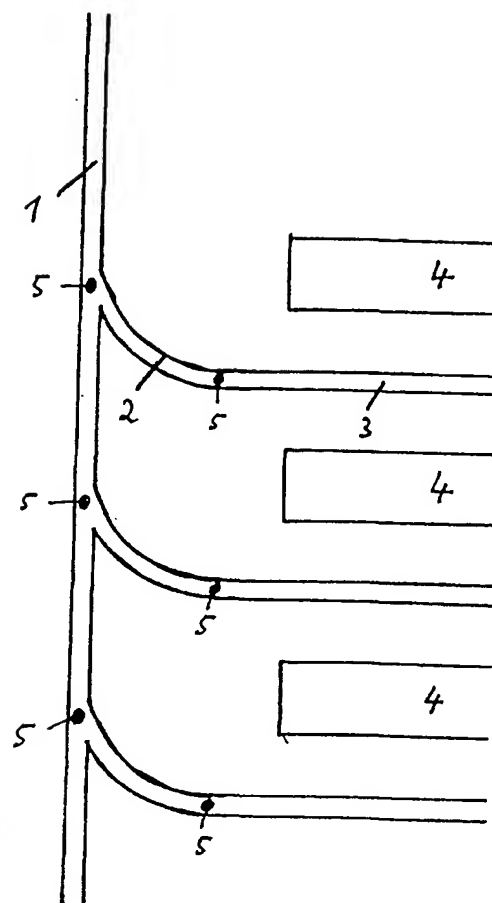
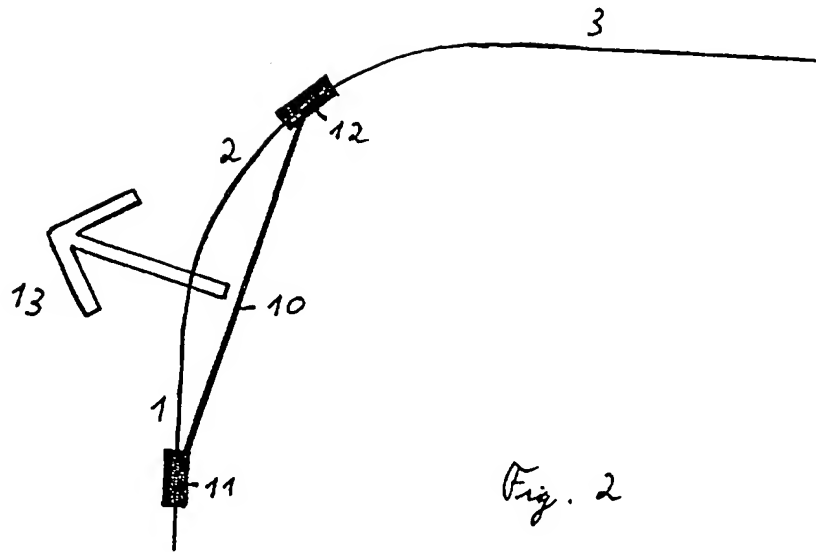


Fig. 1





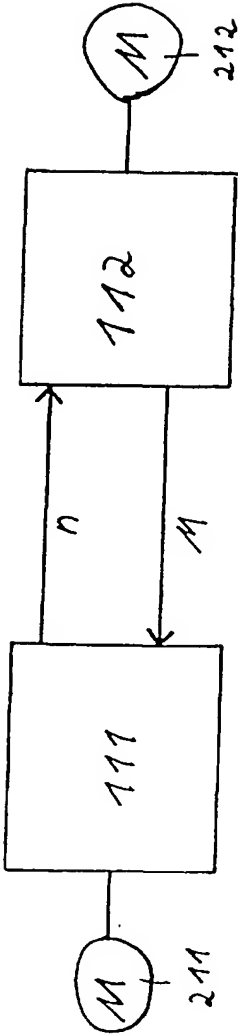


Fig. 3

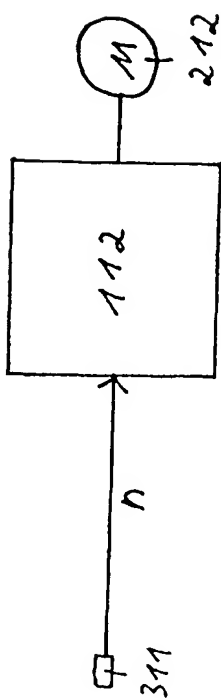
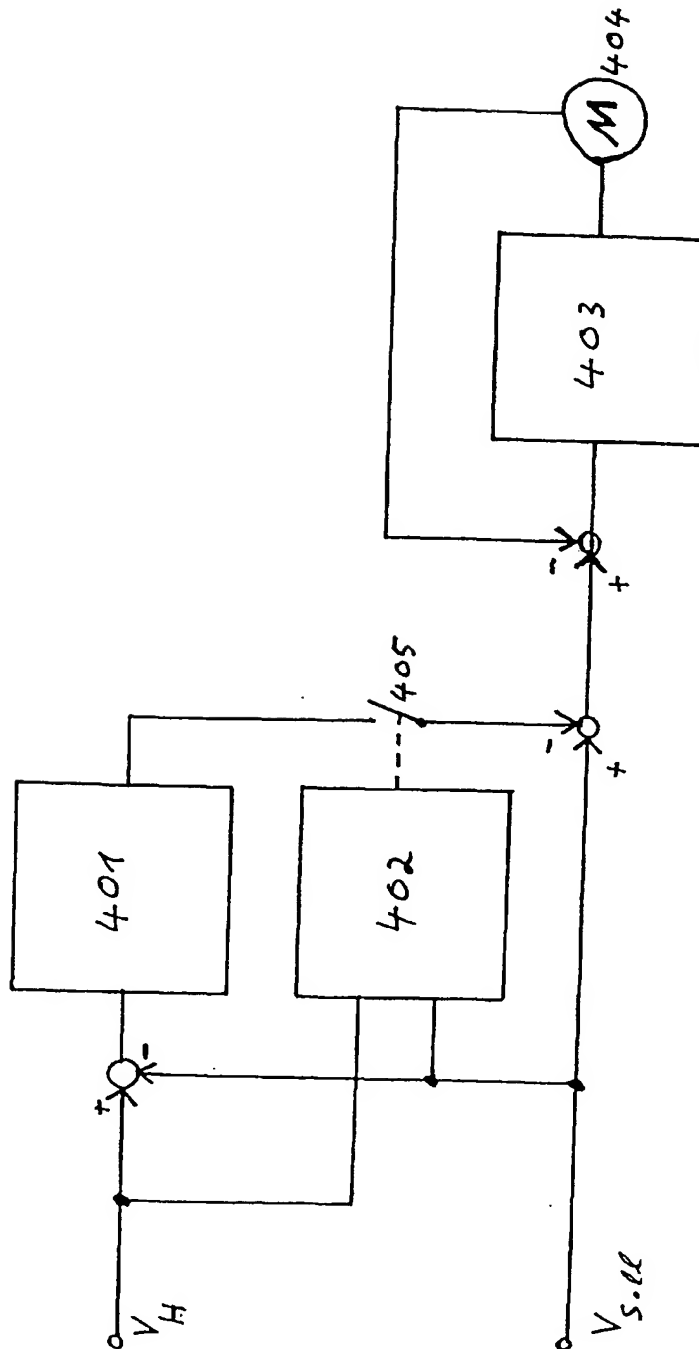


Fig. 4

Fig. 5



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**